

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

Copyright (C): 1998,2000 Japanese Patent Office

(11)Publication number : 08-338957  
(43)Date of publication of application : 24.12.1996

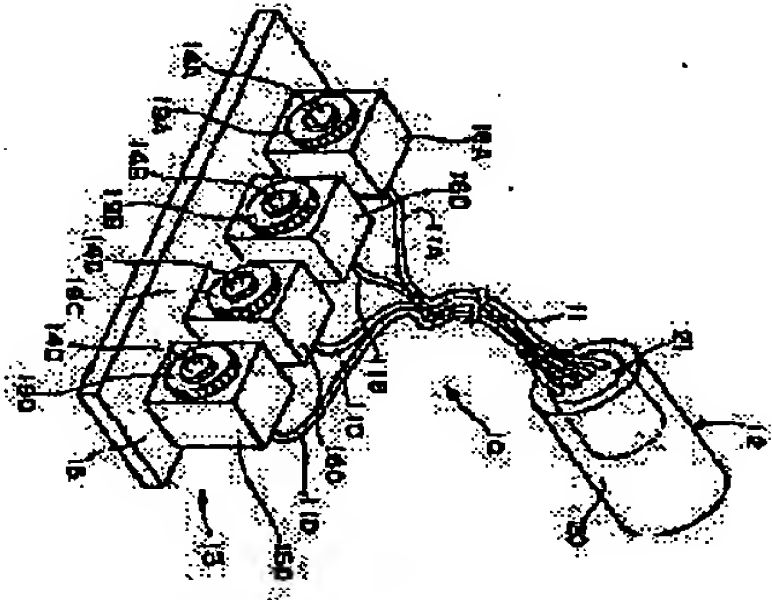
(51)Int Cl. 602B 26/10  
602B 26/10  
B41J 2/44

(21)Application number : 07-167174 (71)Applicant : ASAHI OPTICAL CO LTD  
(22)Date of filing : 09.06.1995 (72)Inventor : IIZUKA TAKAYUKI

(54) LASER BEAM SCANNER

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the light intensity of respective scanning lines from being varied when plural laser beams are simultaneously used for a scanning action and to obtain uniform image density. CONSTITUTION: Plotting scanning is performed by respectively transmitting laser light generated by plural laser diodes 14A-14D by using optical fibers 11A-11D and projecting them to a scanning and reflecting mirror as the laser beam. The diodes 14A-14D of the respective optical fibers 11A-11D are constituted so that the rotating positions thereof in a direction around an axis can be individually adjusted. By adjusting them so that the mixing ratio of the S-polarized component and the P-polarized component of the laser beams become equal, the reflectivity of the laser beams from the respective optical fibers 11A-11D on the scanning and reflecting mirror can be made equal. Besides, the light intensity is uniformized and the plotting without density irregularities is realized.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(12) 公開特許公報 (A) (11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 3 3 8 9 5 7 (13) 公開日 平成8年(1996)12月21日

(51) Int. Cl. <sup>°</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	26/10	1 0 2	G 0 2 B	26/10 B
B 4 1 J	2/44		B 4 1 J	3/00 D

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 8 頁)

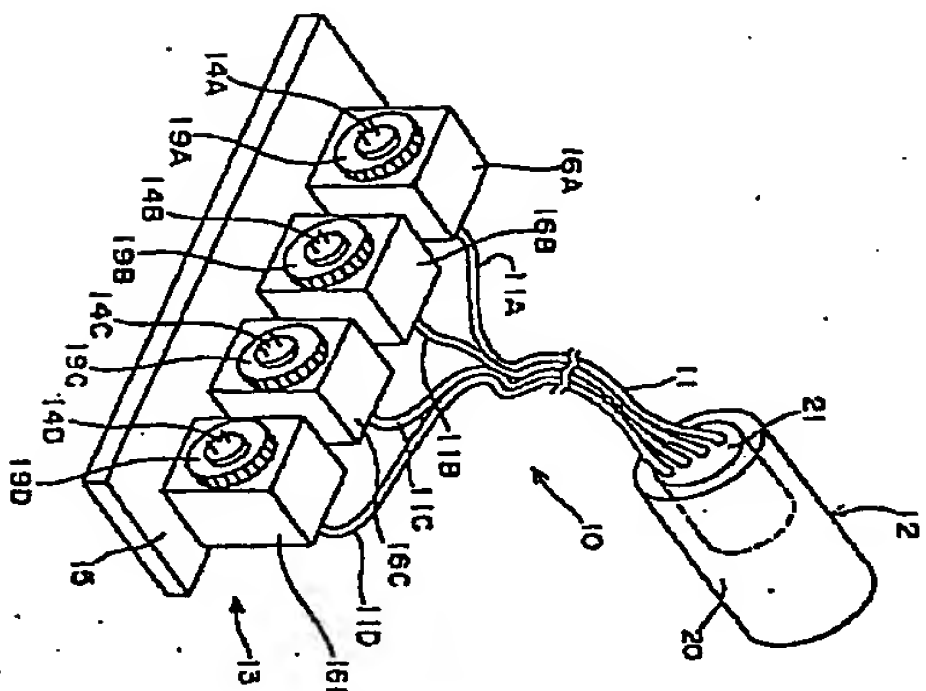
(21) 出願番号	特願平7-167174	(71) 出願人	000000527 旭光学工業株式会社 東京都板橋区南野町2丁目36番9号
(22) 出願日	平成7年(1995)6月9日	(72) 発明者	坂塚 隆之 東京都板橋区南野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 鈴木 卓夫

(54) 【発明の名称】 レーザビーム走査装置

(57) 【要約】

【目的】 複数のレーザビームを同時走査する場合における各走査ラインにおける光強度のばらつきを防止し、均一な画像濃度を得ることを可能にする。

【構成】 複数のレーザダイオード14A～14Dで発生されるレーザ光をそれぞれ光ファイバ11A～11Dで伝送し、レーザビームとして走査反射ミラーに投射させ、描画の走査を行う。各光ファイバのレーザダイオードは個々に軸回り方向の回転位置が調整可能に構成され、レーザビームにおけるS偏光成分とP偏光成分の混合比率が等しくなるように調整することで、走査反射ミラーにおける各光ファイバからのレーザビームの反射率を等しくでき、光強度を均一化し、濃度のむらのない描画が実現できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のレーザ源で発生されるレーザ光をそれぞれ光ファイバに導き、これら複数の光ファイバから射出されるレーザビームを走査反射ミラーに投射して走査を行う構成のレーザビーム走査装置において、前記各光ファイバから射出されるレーザビームの偏光状態をそれぞれ独立して調整する手段を設けたことを特徴とするレーザビーム走査装置。

【請求項2】 偏光状態を調整する手段は、各光ファイバから射出されるレーザビームの走査反射ミラー面に対するS偏光成分とP偏光成分の混合比率を各光ファイバ間で等しく調整する請求項1のレーザビーム走査装置。

【請求項3】 調整する手段はレーザ源を光軸回りに回転位置調整する手段である請求項1または2のレーザビーム走査装置。

【請求項4】 調整する手段は、レーザ源と光ファイバとの間に介挿されるλ/2板を光軸回りに回転位置調整する手段である請求項1または2のレーザビーム走査装置。

【請求項5】 走査反射ミラーは、複数の反射面を有して回転軸の回りに回転駆動されるポリゴンを構成され、複数の光ファイバから射出されるレーザビームは前記回転軸の軸方向に配列された状態で前記反射面に投射される請求項1ないし4のレーザビーム走査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はレーザビームを走査して描画を行うための装置に関し、特に光ファイバを利用したレーザビーム走査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から提供されているレーザビーム走査装置は、レーザ光源から射出されるレーザビームをポリゴンをミラーにより反射させ、かつ同時にポリゴンをミラーを回転駆動することで、感光体の主走査方向に走査する構成とされている。また、この走査方向と垂直な方向に感光体を移動することで副走査が行われる。近年、描画の高速化が要求されており、このために複数のレーザビームを副走査方向に並べた状態で同時に主走査するレーザビーム走査装置が提案されている。このようなレーザビーム装置として、本発明者が検討している装置の概略構成を図2に示す。

【0003】 同図において、1はレーザビーム走査装置のハウジングであり、その内部には6枚のミラーを円周方向に配置した六角形のポリゴンをミラーを図外のモータによりその回転軸2aの回りに高速回転可能に設けている。このポリゴンをミラー2aに対向する一側位置にはレーザビーム投射窓3が設けられ、ここに光ファイバ光学系10の光導出端に光学接続されているコンデンサレンズ(図示せず)を含む光射出ユニット1.2がシリンドリカルレンズ7を通して配置される。また、ポリゴンをミラ

2  
ー2に対向する他側位置には補像レンズとしての所謂「0」レンズ4が配設され、ポリゴンをミラー2で反射されたレーザビームLBがポリゴンをミラー2の回転軸2aとは垂直方向に回転駆動される感光ドラム5の表面に結像される。前記光ファイバ光学系10は、複数本、この例では4本の光ファイバ11で構成され、各光ファイバの各光導出端11aはポリゴンをミラー2の回転軸2aの軸方向に所定の間隔が得られるように略回転方向に並んだ状態で配置される。また、各光ファイバ11の反対側の光導出端11bにはそれぞれレーザビームを発生するレーザダイオード14を有する光源部19が接続される。

【0004】 したがって、このように構成することにより、各レーザダイオード14で発生された光はそれぞれ光ファイバ11内を伝送され、各光導出端から射出され、光射出ユニット1.2のシリンドリカルレンズによりレーザビームLBとして射出されてポリゴンをミラー2に投射され、このポリゴンをミラー2で反射された後に「0」レンズ4によって感光ドラム5の表面に結像される。このとき、レーザビームLBはポリゴンをミラー2の回転に伴って感光ドラム5の回転軸方向、即ち主走査方向に走査されるものであることは言うまでもない。そして、このレーザビーム走査装置では、4本の光ファイバ11の光導出端はポリゴンをミラー2の回転軸方向に対して所定の間隔が得られるように配列されているため、各光ファイバからのレーザビームLBは感光ドラム5に対して副走査方向に並んだ状態で主走査され、これにより複数ラインでの描画走査が行われる。なお、図2において、6はレーザビームを受光してその走査ダイミソングを検出するためのダイミソング検出部である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このようなレーザビーム走査装置について、本発明者が種々の検討を加えたところ、光導部13を構成して4本の光ファイバ11にそれぞれレーザ光を導入する4つのレーザダイオード14の発光強度等の特性を揃えたにもかかわらず、感光ドラム5の感光面における各レーザビームの光強度がいし光量、検出すれば感光ドラム5に対して現像を行った後に得られる画像濃度にばらつきが生じ易いものであることが判明した。このため、このレーザビーム走査装置を用いて描画を行うと、得られる画像は副走査のライン方向に濃度が高い画像となり、特に黒ベタ部において画像濃度のムラが目立ち、レーザビーム走査装置の品質が低下される原因となっている。

【0006】

【発明の目的】 本発明の目的は、このような複数のレーザビームを同時走査する場合の各走査ラインにおける光強度のばらつきを防止し、均一な画像濃度を得ることを可能にしたレーザビーム走査装置を提供することにある。

【00071】

【課題を解決するための手段】本発明者が複数のレーザービーム、即ち図2に示した例では4つのレーザービームにおける光強度のばらつきについて解明したところ、次の点が原因であることが判明した。図3はこの原因を説明するための図であり、ポリゴニミラー2に対するレーザービームLの入射角度とその反射率の変化を示し、特にレーザービーム偏光状態の違いによる反射率の相違を示している。すなわち、レーザービームの偏光状態がS偏光とP偏光とでは、特にポリゴニミラー2の反射面に対する入射角が大きい状態においてその反射率に大きな違いが生じている。一方、4本の光ファイバから射出される各レーザービームの光射出端における偏光状態をみると、その偏光状態がそれぞれ同じでないことが判明した。

【0008】すなわち、レーザー偏としてレーザーダイオード14で発生されるレーザービームは直線偏光として射出されるが、このレーザービームをポリゴニミラーに対してS偏光として光ファイバに入射させるとレーザービームが各光ファイバ11内を伝送される間において、内部での複雑な反射等が原因とされて、図4に示すように、S偏光成分に対してP偏光成分が混在された偏光状態となる。この場合は、S偏光成分にP偏光成分が混合され、S偏光方向に長い偏平な偏光分布特性となる。以下、このような偏光状態をSP混合偏光と称する。このため、各光ファイバから射出されてポリゴニミラーで反射される光の反射率は、このSP混合偏光におけるS偏光成分とP偏光成分をそれぞれ図3に示した反射率に当てはめて、これらの平均を取ったものとなる。

【0009】前記したレーザービーム走査装置の場合、各光ファイバは略特性の等しいものを略同じ長さに形成しているため、各光ファイバの光導出端におけるSP混合偏光の状態は各光ファイバで略等しくなるはずである。これにもかかわらず前記したような光強度のばらつきが生じるのは、各光ファイバの光導入端においてSP混合偏光の方向、すなわち図4におけるSP座標の座標軸の方向にばらつきが生じているためである。実際に本発明者が4本の光ファイバの光導出端におけるSP混合偏光の方向を測定したところ、各方向がそれぞれ異なっていることが確認された。

【0010】したがって、このようなSP混合偏光の向きを各光ファイバの光導出端において一致させれば、ポリゴニミラーにおける各レーザービームの反射率を等しくし、前記した光強度のばらつきが防止できる。このため、各光ファイバの光導入端にレーザービームを入射させる4つのレーザーダイオードの偏光方向をそれぞれ一致させることが考えられる。しかしながら、このようにレーザーダイオードの方向を一致させた場合でも、各光ファイバにおいてそれぞれ異なる方向に射する量のねじれが生じている場合には、各光ファイバの光導出端における、SP座標軸の方向が相違されることになるため、前

記した問題を根本的に解決することは無い。

【0011】そこで、本発明のレーザービーム走査装置は、複数のレーザー源で発生されるレーザー光をそれぞれ並列反射ミラーにまで導く複数の本光ファイバから射出されるレーザービームの偏光状態をそれぞれ独立して調整する手段を設けた構成とする。

【0012】ここで、偏光状態を調整する手段は、各光ファイバから射出されるレーザービームの走査反射ミラーに対するS偏光成分とP偏光成分の混合比率を各光ファイバ間で等しく調整する手段として構成される。例えば、レーザー源を光軸回りに回転位置調整する手段で構成する。或いは、レーザー源と光ファイバとの間に介挿されるλ/2板を光軸回りに回転位置調整する手段で構成する。

【00131】

【実施例】次に、本発明について図面を参照して説明する。図1は本発明を図2に示したレーザービーム走査装置に適用した場合の光ファイバ光学系10の構成を示す全体構成図である。すなわち、図2に示したように、ハウジング1内に六角形のポリゴニミラー2を図示の水平方向に回転可能に設け、このポリゴニミラー2に対して光ファイバ光学系10からのレーザービームLBを投射させ、かつポリゴニミラー2で反射されたレーザービームを10レンズ4を通して感光ドラム5の鼓面に結像させ、かつポリゴニミラー2の回転動作に伴ってレーザービームLBを主走査するように構成される。そして、図1に示すように、レーザービームを発生させるための光源部13を前記ハウジング1とは別体に設け、この光源部13に設けられた4つのレーザーダイオード14(14A~14D)で発生されたレーザー光をそれぞれ前記光ファイバ光学系10を構成する4本の光ファイバ11(11A~11D)を通してハウジング1内にまで導き、ポリゴニミラー2に対して投射させるように構成している。このようにすれば、光源部13をハウジング1内に配設することが不要となり、装置の小型化が可能となり、かつ設計の自由度が高められる。

【0014】前記光源部13における4つのレーザーダイオード14は、ベース15上に搭載された4つの光源ユニット本体16(16A~16D)にそれぞれ支持されておき、この光源ユニット本体16においてそれぞれ光ファイバ11の光導入端に接続されている。図5(a)はその光源ユニット本体16の一部を分解した斜視図であり、図5(b)はその縦断面図である。光源ユニット本体16は略立方体形成され、その一側面から他側面に向けて比較的に大きな径寸法のホルダ支持穴16aが所定の奥行き寸法に開設され、他側面にはこのホルダ支持穴16aよりも小径の光ファイバ支持穴16bが開設されている。この光ファイバ支持穴16bには、前記各光ファイバ11の光導入端11bに取着された光ファイバホルダ17が挿入され、かつ固定支持される。

【0015】一方、前記ホルダ支持穴16aには、前記したレーザーダイオード14と、このレーザーダイオード14で発生されたレーザー光を光ファイバ11の光導入端11bに入射させて両者を光学的に接合するためのカップリングレンズ18とを一体的に収納した光源ホルダ19(19A~19D)が挿入され、かつ固定支持される。この光源ホルダ19は外壁が前記ホルダ支持穴16aと同径の筒状に形成され、その一側部にレーザーダイオード14を固定し、他側部にカップリングレンズ18を同軸固定支持している。そして、この光源ホルダ19は前記ホルダ支持穴16a内に挿入され、かつ挿入された状態ではその軸回り方向を任意に回転位置設定でき、かつ設定後はその位置に固定することができるようになる。なお、レーザーダイオード14の構成及びカップリングレンズ18の構成は従来から用いられているものである。詳細な説明は省略する。

【0016】一方、図6に示すように、前記4本の光ファイバ11の光導出端11aは、前記ハウジング1のレーザービーム投射窓3において前記光射出ユニット12の本体20により固定支持される。図面(a)はこの光射出ユニット本体20の側面分解斜視図、(b)はその断面図であり、光射出ユニット本体20は筒状に形成され、その一端部には光ファイバホルダ21が挿入され、他端部にはコリメートレンズ22が挿入され、それぞれ固定支持される。この光ファイバホルダ21には4本の光ファイバ支持穴21aが並んで開設されており、各光ファイバ支持穴21aには各光ファイバ11の光導出端11aが挿入され、かつ固定支持される。これらの光ファイバ支持穴21aは、図7に示すように、レーザービームの副走査方向、すなわち前記ポリゴニミラー2の回転軸に平行な方向Yと、これに垂直な主走査方向Xのそれぞれに沿った位置が相違するように配列されている。ここでは、各光ファイバ支持穴21aは、それぞれ支持する光ファイバの中心位置が、前記副走査方向Yにおいて、は光ファイバ径Dよりも小さいピッチ寸法Pで配列され、主走査方向Xにおいては光ファイバ径Dよりも大きいピッチ寸法Pxで配列されるように、垂直かつ水平方向にずらせて、つまり斜め方向に配列形成されている。

【0017】このように構成された本実施例のレーザービーム走査装置によれば、4つのレーザーダイオード14で発生されたレーザー光はそれぞれカップリングレンズ18を通して各光ファイバ11の光導入端11bから光ファイバ11内に導入され、各光ファイバ内を伝送されて光導出端11aから射出され、コリメートレンズ22により集束されてレーザービームLBとしてポリゴニミラー2に投射される。そして、各レーザービームはポリゴニミラー2の回転に伴って主走査方向に走査されるが、このとき、4つのレーザーダイオード14では、直線偏光のレーザー光として射出されているものの、各光ファイバ11内を伝送されて光導出端11aから射出される際には図4

に示したようにポリゴニミラーに対してSP混合偏光状態とされることは前記した通りである。

【0018】したがって、このレーザービーム走査装置の組み立てに際しては、各光ファイバ11を個々にその光導出端11aにおいてSP混合偏光状態を測定可能な状態とした上で、当該光ファイバ11の光導入端11bに對向して設けられている光源ホルダ19を光源ユニット本体16に対して軸回り方向に回転移動させる。この光源ホルダ19を回転移動させることにより、これを支持しているレーザーダイオード14の軸回り位置が変化され、レーザーダイオード14から射出される直線偏光の方向が変化される。これにより、光ファイバ11の光導出端11aにおけるSP混合偏光状態も回転されることになる。したがって、SP混合偏光状態が予め設定された状態となるように前記した光源ホルダ19の回転位置の調整を行ない、これを4本の光ファイバ11についてそれぞれ同様に行うことで、各光ファイバ11の各光導出端11aから射出されるレーザービームLBのSP混合偏光状態を全て同一に設定することが可能となる。これにより、各光ファイバ11から射出されるレーザービームLBはポリゴニミラー2において全て同じ反射率となり、結果として感光体に走査されたときに同一の光強度とされる。この結果、副走査方向におけるライン状の画像精度のばらつきを抑制することができ。

【0019】なお、各光ファイバ11から射出されるレーザービームLBは、光出力ユニット12において主走査方向と副走査方向のそれぞれにすれて配置されているが、図7に示したように、副走査方向Yにおける配列ピッチPが光ファイバ径Dよりも小さいピッチ寸法とされていることで、高い解像度が得られる。この一方で、主走査方向Xにおいては、各レーザービームLBは配列ピッチPxだけ主走査にずれが生じるため、図2に示した走査ダイミソング検出部6においては各レーザービームLBを独立した光束として検出することが可能であり、各レーザービームLBのそれぞれに對向した適切な走査ダイミソングでの走査制御が可能とされる。

【0020】このとき、図3によると、S偏光、P偏光それぞれの反射率は入射角の増加に伴い1:2の割合で変化している。そのため、入射光の偏光状態をS偏光、P偏光の割合が2:1になるように設定することで走査中の光強度変化も抑制することができ、また、半導体レーザーは射出光の広がり角が非回転対称なため、従来の走査光学系でこのような光源の回転をさせると所定のビーム径が得られないが、本実施例のように光ファイバを用いるとその成形効果によって光源の回転は偏光方向の回転だけを生じることになる。

【0021】また、この実施例においては、各光ファイバ11の光導入端11b側をそれぞれ軸回りに独立して回転できるように光源ユニット本体16と光ファイバホルダ17との接続部を構成し、レーザーダイオード14を



回転位置調整する代わりに光ファイバ1を回転位置調整することも可能である。ただし、この場合には光ファイバ1は傾じられた状態となるために、光ファイバに内部応力が発生する可能性があるため、光ファイバの機械的強度が低い場合に適用が可能となる。

【0022】図8は本発明の第2実施例の光ファイバ光学系を示す概略斜視図であり、前記実施例と等価な部分には同一符号を付してある。この実施例においては、4本の光ファイバ1の光導入端11bが接続される光源部13において、図9(a)、(b)にその部分分解斜視図と正面図をそれぞれ示すように、位相板ユニット30を配列する。この実施例では4本の光ファイバ1に対して位相板ユニット30は一括構成されており、本体部31とカバー部32とで構成され、本体部31には端面の一部が切欠かれた一つの円形の凹部33(33A~33D)が前記レーザダイオード14(14A~14D)に對向した位置にそれぞれ設けられる。各凹部33の一端面には開口31aが設けられ、かつ各凹部には円形板状に形成されたλ/2板34(34A~34D)が内装される。また、カバー部32には前記開口31aに對向して開口32aが設けられる。そして、前記本体部31の開口31aにはそれぞれ光ファイバ1の光導入端11bが、カップリングレンズ(図示せず)を内蔵した光ファイバホルダ35によって定期的に支持される。また、カバー部32の開口32aにはレーザダイオード14が固定支持される。

【0023】この構成によれば、各レーザダイオード14で発生された光は、λ/2板34を透過した後、光ファイバホルダ35内のカップリングレンズにより光ファイバ1の光導入端11bから光ファイバ内に導入される。ここで、λ/2板34は、知られているように、その回転位置に応じて偏光方向を光軸回りに任意角度だけ回転させる特性を有している。したがって、凹部33から突出されているλ/2板34の端面一部を利用してλ/2板34を光軸回りに回転させることで、レーザダイオード14から射出されたレーザ光の偏光方向を任意方向に回転させて光ファイバ1に導入させることができる。これに伴い、光ファイバ1の光導出端11aにおけるSP混合偏光状態が変化されることになる。

【0024】したがって、4本の光ファイバについて、前記第1実施例の場合と同様に各光ファイバ導出端11aでのSP混合偏光状態を測定しながら各光ファイバ1のλ/2板34を回転させ、SP混合偏光状態を所定の状態に設定することで、4本の光ファイバ1の光導出端11aにおける各SP混合偏光状態を一致させることができ、ポリゴニミラー2における各レーザビーム13の反射率を均しくし、画像濃度のムラを防止することが可能となる。

【0025】なお、前記各実施例では光ファイバが4本の例を示しているが、その他の本数の場合でも本発明を

同様に適用することができる。また、本発明の第2実施例の場合には、光ファイバを長さ方向に2分し、その間にλ/2板を介挿してこれを回転調整可能に構成するようにしてもよい。

【0026】  
【発明の効果】以上説明したように本発明は、複数のレーザ源で発生されるレーザ光をそれぞれ走査反射ミラーにレーザビームとして投射させるために設けられる複数の本の光ファイバから射出されるレーザビームの偏光状態をそれぞれ独立して調整する手段を設けているので、各光ファイバの状態や光ファイバ内における光の伝送状態がそれぞれ異なる場合でも、光ファイバの光導出端から射出されるレーザ光はいずれも同じ偏光状態に調整でき、走査反射ミラーにおける各光ファイバからのレーザビームの反射率を均しくでき、各レーザビームの光強度を均一化して濃度のむらのない描画が実現できる。

【0027】ここで、偏光状態を調整する手段は、各光ファイバから射出されるレーザビームのS偏光成分とP偏光成分の混合比率が均しくなるように調整するため、レーザ源を光軸回りに回転位置調整する構成とすることで、簡単な操作で複数のレーザビームの偏光状態を均一化することができる。あるいは、レーザ源と光ファイバとの間に介挿されるλ/2板を光軸回りに回転位置調整する構成とすることで、さらに簡単な操作で各レーザビームの偏光状態を均一化することができる。

【0028】また、複数の光ファイバから射出されるレーザビームは、ポリゴニミラーで構成される操作反射ミラーの回転軸の軸方向に配列された状態でその反射面に投射されるため、同時に複数のラインの走査及び描画が可能となり、かつこの描画を行った場合でも副走査方向の濃度を均一なものに制御できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例における光ファイバ光学系の全体構成を示す斜視図である。

【図2】本発明が適用されるレーザビーム走査装置の概略構成を示す斜視図である。

【図3】レーザ光の偏光状態と反射ミラーにおける反射率の特性を示す図である。

【図4】光ファイバを伝送される光の偏光状態を示す図である。

【図5】光源ユニット本体の構成を示す部分分解斜視図とその断面図である。

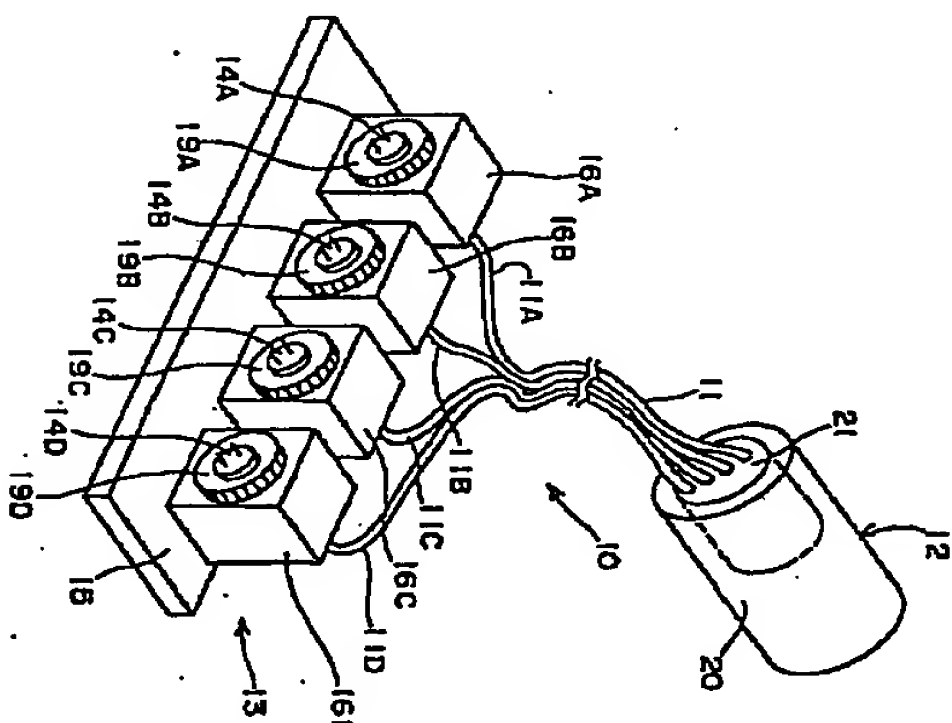
【図6】光出力ユニット本体の構成を示す部分分解斜視図とその断面図である。

【図7】光ファイバの光導出端における配列状態を示す正面図である。

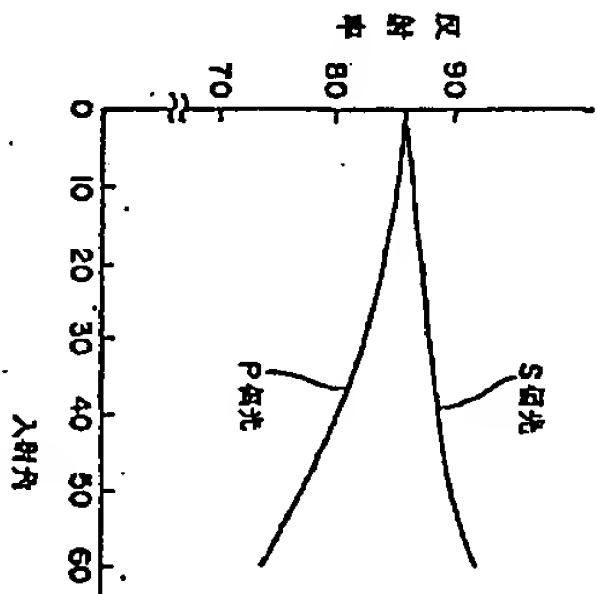
【図8】本発明の第2実施例における光ファイバ光学系の全体構成を示す斜視図である。

【図9】位相板ユニットの構成を示す部分分解斜視図とその正面図である。

- 【符号の説明】
- 2 ポリゴニミラー
  - 4 10 レンズ (結像レンズ)
  - 5 感光ドラム
  - 6 走査タイミング検出部
  - 10 光ファイバ光学系
  - 11 光ファイバ
  - 12 光射出ユニット

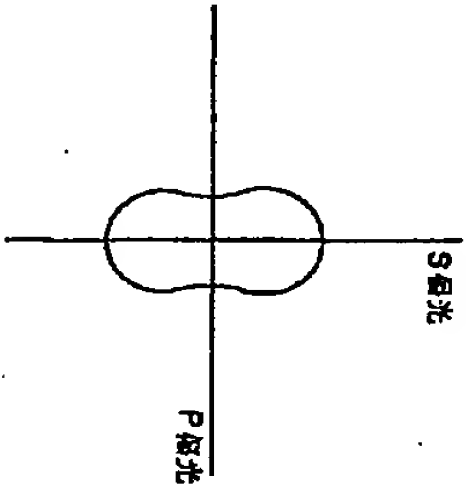


【図1】

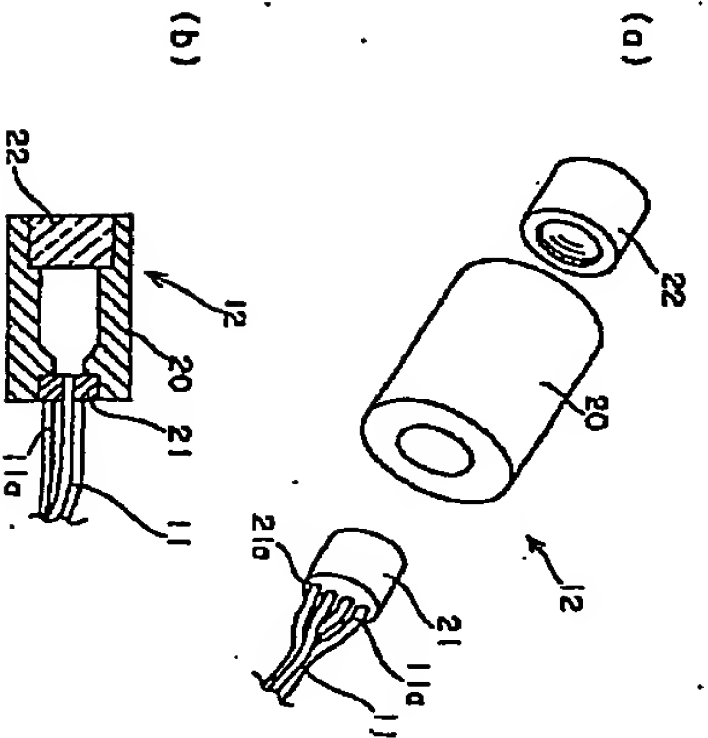


【図3】

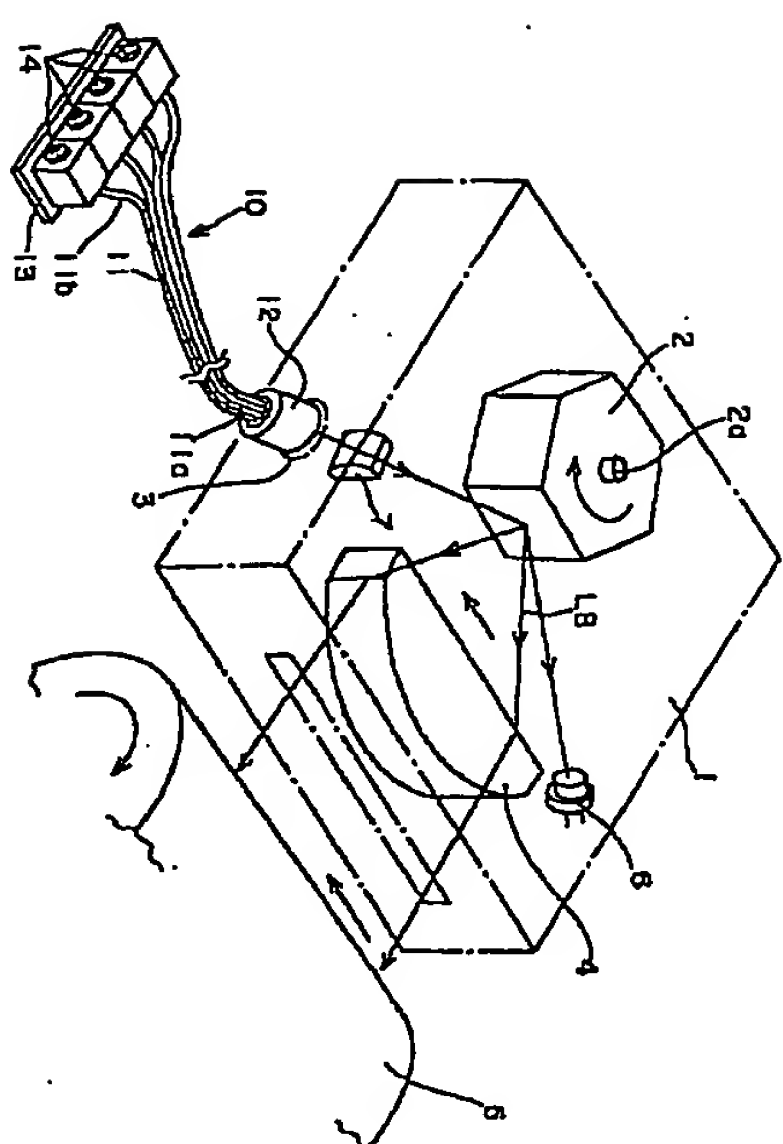
【図4】



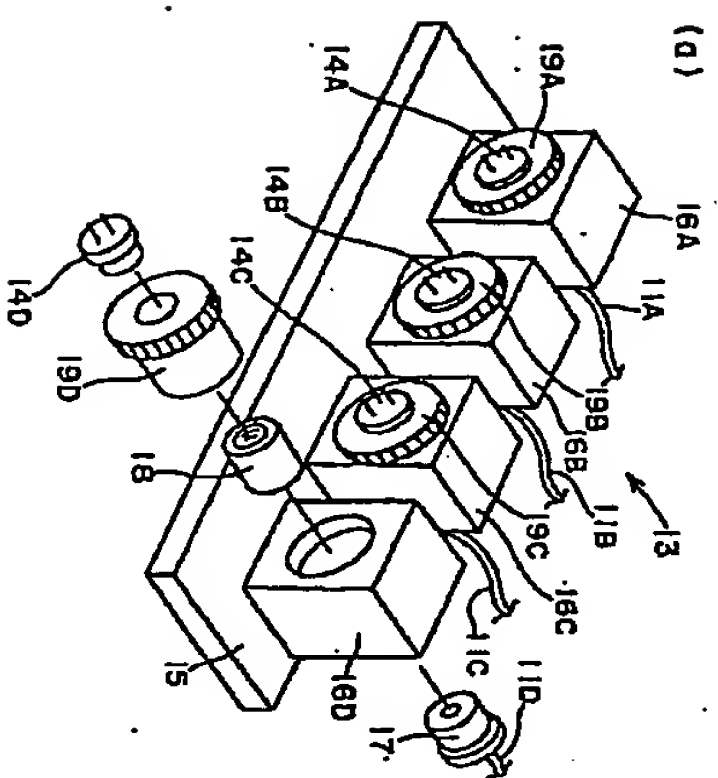
【図6】



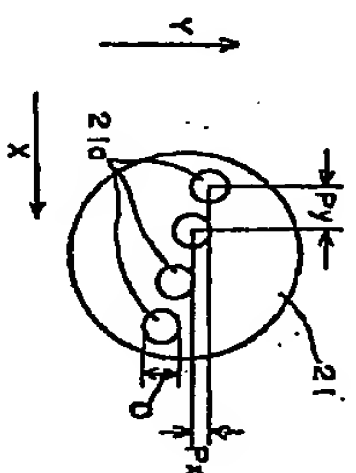
【図2】



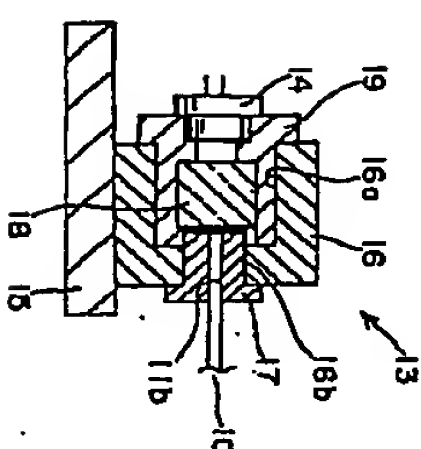
【図5】



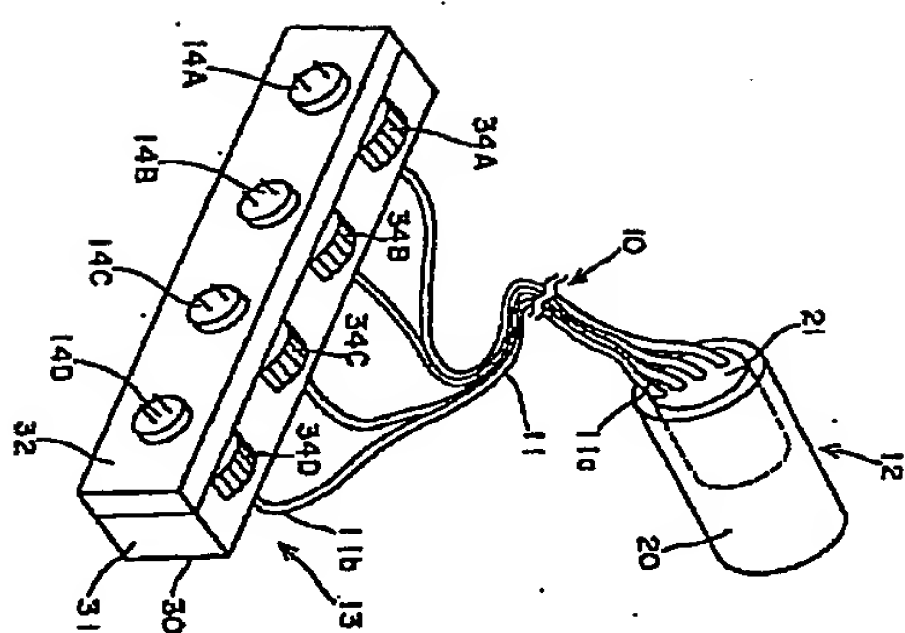
【図7】



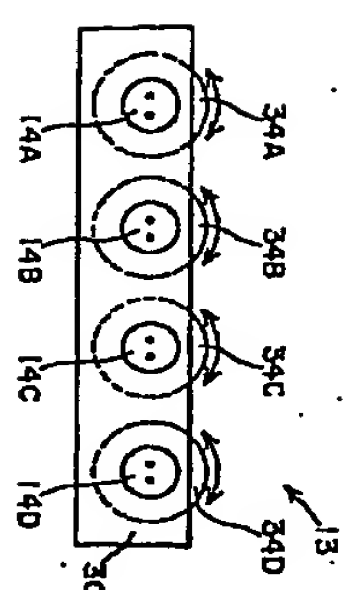
(b)



【図8】



(b)



【図9】

